



**HAL**  
open science

# Enjeux éthiques dans l'Industrie 4.0: Retour sur le deuxième débat lié à la prise en compte des risques éthiques dans le pilotage et l'amélioration continue de la performance mené dans le cadre du projet ANR ETHICS40

Lamia Berrah, Damien Trentesaux, Frederic Guerre-Chaley

## ► To cite this version:

Lamia Berrah, Damien Trentesaux, Frederic Guerre-Chaley. Enjeux éthiques dans l'Industrie 4.0: Retour sur le deuxième débat lié à la prise en compte des risques éthiques dans le pilotage et l'amélioration continue de la performance mené dans le cadre du projet ANR ETHICS40. 2025. hal-04944907

**HAL Id: hal-04944907**

**<https://hal.science/hal-04944907v1>**

Submitted on 13 Feb 2025

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Enjeux éthiques dans l'Industrie 4.0 :

### Retour sur le deuxième débat lié à la prise en compte des risques éthiques dans le pilotage et l'amélioration continue de la performance mené dans le cadre du projet ANR ETHICS40

Lamia BERRAH<sup>1</sup>, Damien TRENTESAUX<sup>2</sup>, Frédéric GUERRE-CHALEY<sup>3</sup>

<sup>1</sup>LISTIC, Université Savoie Mont Blanc, 74940 Annecy France, lamia.berrah@univ-smb.fr

<sup>2</sup>LAMIH UMR CNRS 8201, Université Polytechnique Hauts de France, 59313 Valenciennes France, damien.trentesaux@uphf.fr

<sup>3</sup>NTN Europe, 1 Rue des Usines, 74010 Annecy France, frederic.guerre-chaley@ntn-snr.fr

RESUME : Cet article présente une synthèse du deuxième débat organisé dans le cadre du projet ANR ETHICS40 « Management des risques éthiques dans l'Industrie du Futur » (ANR-236CE1060014, <https://ethics40.fr>), soutenu par le Comité Technique IMS<sup>2</sup> et tenu le 31 mai 2024, lors du 2ème congrès annuel de la SAGIP (Société d'Automatique, de Génie Industriel et de Productique). Le thème du débat a porté sur la question de « la prise en compte des risques éthiques dans le pilotage et l'amélioration continue de la performance dans l'Industrie 4.0 ». L'objectif était une confrontation d'idées autour du sujet. Le débat a été structuré en trois parties. La première partie a concerné un retour sur la notion de performance, telle qu'elle a été définie dans l'Industrie 3.0 et le besoin d'en revisiter le pilotage et l'optimisation dans le contexte de l'Industrie 4.0. L'Industrie 4.0 étant caractérisée en effet par une accélération de l'utilisation de l'Intelligence Artificielle (IA) dans l'exploitation des systèmes industriels, la prévention et la gestion des risques éthiques associés y deviennent urgentes. La deuxième partie du débat a été dédiée à la réflexion sur le sujet, par le biais de trois questions proposées à l'auditoire constitué d'une trentaine de chercheurs (32). Une dernière partie a été consacrée à un débrief préliminaire à l'analyse des questions. Les débats tenus dans le cadre du projet ETHICS40 serviront à l'enrichissement de la réflexion des membres du projet mais aussi de la communauté sur le sujet. Il est ainsi prévu d'enrichir ce document au fur et à mesure de l'avancement du projet. Comme pour le premier débat mené [Berrah 2024a], la synthèse présentée dans ce document a été construite sur la base d'un débat alimenté en amont par une réflexion menée selon une méthode inspirée des techniques de type « brainstorming » et suivie d'une mise en commun des réflexions personnelles des présents. Dans cet article, une très large majorité des idées et arguments proposés par l'assistance sont accompagnés d'éléments d'analyse personnelle proposés par les auteurs de ce document. Cet article n'a pas été évalué par les pairs. Il ne présente aucune ambition scientifique. Son rôle est d'alimenter un débat qu'il est urgent de mener sur un sujet éminemment complexe. Il doit être ainsi considéré comme un « *position paper* » élaboré suite aux discussions tenues lors de ce débat, rien de plus.

Mots clés : Ethique, Performance, Amélioration continue, Industrie du Futur, Industrie 4.0, ANR, ETHICS 40, Projet, Débat, Synthèse, Discussion

## Introduction

Cet article présente une synthèse du deuxième débat organisé dans le cadre du projet ANR ETHICS40 « Management des risques éthiques dans l'Industrie du Futur » (ANR-236CE1060014, <https://ethics40.fr>), tenu le 31 mai 2024, lors du 2ème congrès annuel de la SAGIP (Société d'Automatique, de Génie Industriel et de Productique). Il a bénéficié de l'organisation de la réunion du Comité Technique IMS<sup>2</sup> (Intelligent Manufacturing & Services Systems), ce qui a permis la réunion d'une trentaine de chercheurs (32), doctorants ou confirmés, dans le domaine des systèmes industriels intelligents. Le thème du débat a porté sur « la prise en compte des risques éthiques dans le pilotage et l'amélioration continue de la performance dans l'Industrie 4.0 ». Dans cette deuxième occurrence, l'objectif était une confrontation des idées autour de deux concepts, la performance, vite synonyme de rentabilité à court terme [Berrah 2021a], et d'éthique [Ricoeur 1990], concept philosophique à la base et donc délicat à appréhender par le monde de l'ingénierie. Préparé par un groupe constitué de deux académiques et d'un industriel, le débat a été structuré en trois parties. La première partie a concerné un retour sur la notion de performance, telle qu'elle a été définie dans l'Industrie 3.0 et le besoin d'en revisiter le pilotage et l'optimisation dans le contexte de l'Industrie 4.0. L'Industrie 4.0 étant caractérisée en effet par une accélération de l'utilisation de l'Intelligence Artificielle (IA) dans l'exploitation des systèmes industriels, la prévention et la gestion des risques éthiques associés y deviennent urgentes. La deuxième partie du débat a été dédiée à la réflexion sur le sujet, au travers des trois questions suivantes :

- Question 1 : Est-il possible pour une entreprise d'être performante et éthique à la fois ?
- Question 2 : Quels sont les plus grands risques éthiques liés à l'optimisation de la performance des systèmes industriels du Futur ? Quelle en est la portée ?
- Question 3 : Comment mesurer l'éthique durant l'exploitation des systèmes industriels du Futur ?

Une dernière partie a été consacrée à un débrief préliminaire à l'analyse des questions. Ces questions ne sont pas exhaustives et ne prétendent pas couvrir l'ensemble du périmètre des enjeux éthiques dans le pilotage et l'amélioration de la performance dans le contexte de l'Industrie du Futur. Elles ont été définies de sorte à en couvrir trois aspects :

1. le possible positionnement des concepts d'éthique et de performance ;
2. la possible prise de conscience des risques éthiques lors de la recherche du pilotage et de l'amélioration continue de la performance ;
3. les moyens à mettre en œuvre pour mesurer l'éthique dans le pilotage et l'amélioration continue de la performance.

Mener ce type de réflexion a également pour objet de bien ancrer la réflexion et les travaux à venir dans une intégration opérationnelle de l'éthique dans les modèles d'amélioration de la performance, et d'éviter de ce fait l'effet "ethics washing".

## Synthèse

Cette section reprend chacune des questions et en résume l'essentiel des réponses données. Il aura été de la responsabilité des auteurs de cet article de procéder à une analyse des réponses données et des débats tenus et à mener à une synthèse structurée de l'ensemble pour chacune de ces questions, en cherchant à positionner les travaux récents menés dans le cadre du projet ETHICS40 sur le sujet.

### Question 1 : Est-il possible pour une entreprise d'être performante et éthique à la fois ?

32 réponses ont pu être collectées. La majorité des réponses vont dans le sens d'une synergie entre la performance et l'éthique (29 sur 32). Très peu de réponses en effet vont dans le sens contraire (3 sur 32), considérant dans ce cas l'éthique comme une contrainte déontologique seulement ou comme une notion à sacrifier au profit de la performance. En revanche, pour certains, cette synergie est évidente (4 sur 32), la performance n'étant pas une quête qui empêcherait l'entreprise d'avoir des valeurs (sociales et environnementales), ou souhaitable (5 sur 32). Dans ce cas, l'éthique serait non pas une contrainte mais une sorte de garde-fou qui obligerait les entreprises à respecter les lois. L'éthique peut également devenir un « outil marketing », à même de promouvoir la performance, une condition au « bonheur » en entreprise ou un vecteur d'amélioration de la performance, notamment en lien avec l'instauration d'une confiance entre les opérateurs. Enfin, pour d'autres chercheurs (2 sur 32), cette synergie est un élément qui pourrait être envisagé, considérant que l'éthique pouvait contribuer à la performance, partiellement ou totalement.

Toutefois, la majorité des réponses ne tiennent pas pour acquise la synergie performance-éthique et y font apparaître des conditions (17 sur 32). Trois conditions reviennent essentiellement :

- la dépendance à la gouvernance et au secteur d'activité (8 sur 32) ;
- la nécessité du compromis (4 sur 32) ;
- le besoin de mesure (5 sur 32).

Pour certains chercheurs, concilier performance et éthique est fortement dépendant du mode de gouvernance de l'entreprise, de sa stratégie et de son cadre économique et législatif. L'entreprise intégrerait alors dans ses objectifs des considérations éthiques. La synergie performance-éthique pousserait également à des stratégies concurrentielles moins offensives et à adopter une sorte d'équité salariale, ce qui identifie davantage les entreprises libérées, les entreprises à mission ou les ESS que les entreprises classiques. De même, il semblerait que cette synergie serait d'autant plus réalisable si les entreprises y adhéraient à l'unanimité. Par ailleurs, la synergie serait plus facile dans certains secteurs d'activité que dans d'autres.

Pour d'autres chercheurs, concilier performance et éthique semble difficile et imposerait de trouver un compromis, l'atteinte des deux semblant impossible. L'éthique semble en effet en partie contradictoire avec le paradigme productiviste. Et l'adoption d'une démarche éthique

serait longue et obligerait d'accepter de voir la performance se dégrader dans un premier temps, pour un état ultérieur plus durable.

Une autre notion qui semble susciter l'intérêt est celle de la mesure qui sera évoquée plus en détail lors du débat autour de la question 3. Mesurer la performance sous contrainte éthique empêcherait en effet une dégradation de la performance. La piste du développement d'un TEM - Total Ethics Management qui avait été évoquée lors du premier débat [Berrah 2024a] a été mise en avant encore une fois. Adopter un TEM représenterait en effet la solution pour une intégration opérationnelle et à tous les niveaux de l'éthique dans l'amélioration de la performance (voir [Jimenez 2022]). Partant de la définition d'un indice « d'éthique », l'entreprise aura à définir, à tous les niveaux, les bonnes pratiques permettant de l'améliorer. Par ailleurs, d'autres conditions ont été émises, comme celles que la synergie performance-éthique ne pouvait être effective que si d'autres modes de mesure de la performance étaient définis et que l'on acceptait d'adopter une vision long termiste de la performance. Par ailleurs, limiter l'intervention humaine dans l'industrie semblerait, étonnamment, aller dans le sens de cette synergie.

#### Discussion :

La première conclusion que nous pouvons tirer des réponses à cette première question et conformément au premier point sur lequel les auteurs voulaient débattre, est que **l'association de la performance et de l'éthique n'est pas systématique** et suscite réflexion. On pense assez naturellement que **l'éthique dégraderait la performance** et peut-être **vice-versa**. Le besoin d'**élargir les visions** que l'on a dans la communauté des deux notions mises en avant (performance et éthique) est confirmé. L'éthique reste identifiée aux cadres légaux et déontologiques tandis que la performance reste productiviste et courttermiste. Il devient donc **urgent d'aller vers une définition de la performance qui ne l'oppose pas avec le concept d'éthique**.

Il apparaît également intéressant d'**intégrer**, lors du déploiement d'une démarche éthique, **les spécificités de l'entreprise, son mode de gouvernance et son secteur d'activité**. Par ailleurs, la question du **compromis** à trouver entre la performance et l'éthique reste posée. Si elle semble paradoxale dans le sens de l'éthique vers la performance, elle prend tout son sens **dans le sens de la performance vers l'éthique** (voir [Berrah 2023]). Enfin, il peut être noté que la performance ne pouvant être dissociée de sa **mesure**, son association à l'éthique pose également la question de cette mesure, que nous verrons ultérieurement.

On remarque que les réponses au questionnaire permettent d'argumenter les trois corrélations possibles (et très globales) entre éthique performance : corrélation nulle (aucune influence réciproque), corrélation positive (performance et éthique contribuent positivement l'un par rapport à l'autre) et enfin, corrélation négative (performance et éthique sont antinomiques et contradictoires).

Un point intéressant est que la corrélation positive est plutôt relative au long terme alors que la corrélation négative soit plutôt en lien avec une vision courttermiste. De ce fait, l'éthique pourrait alors être vue comme une visée stratégique à long terme pour une entreprise, quitte

à ce qu'à court terme, son application puisse amener à une réduction de la performance en termes de coût, délai et qualité.

Un autre aspect intéressant concerne la dynamique d'application d'une démarche éthique au sein d'une entreprise. Il est en effet possible qu'à certains moments, la mise en œuvre d'une vision de l'éthique soit gelée voire annulée en fonction de la performance (dans le cas de la corrélation négative). Une vision lexicographique s'applique alors : la performance d'abord, l'éthique ensuite. Cette vision associe la volonté de la mise en œuvre d'une démarche éthique avec une mesure de la santé d'une entreprise. Dans ce cas, l'éthique est assimilée à un luxe qu'une entreprise en bonne santé (performance) peut se permettre, mais qui disparaît au moindre signe de mauvaise santé (économique typiquement).

Au-delà de l'aspect temporel, on pourrait aussi adopter une analyse sous un angle conjoncturel ou structurel. Une entreprise structurellement non éthique est selon nous vouée à disparaître dans un marché concurrentiel et non biaisé. Des cas plus complexes peuvent apparaître, comme les marchés pétroliers par exemple, ou des pays notablement connus pour des pratiques frauduleuses, ou des marchés monopolistiques, qui dans ce cas peuvent se laisser aller à des pratiques non concurrentielles. Nous pourrions prendre comme exemple la société PIP et les implants mammaires frauduleux (<https://www.boudot-avocats.fr/fr/proces-emelematiques/id-79-affaire-pip>). Nous avons aussi un exemple avec Nexans, qui a implanté dans ses indicateurs une démarche combinée [Guerin 2023].

## Question 2 : Quels sont les plus grands risques éthiques liés à l'optimisation de la performance des systèmes industriels du Futur ? Quelle en est la portée ?

32 réponses ont été collectées également. Si très peu de chercheurs (3 sur 32) n'ont fait qu'appuyer l'hypothèse de la présence de risques éthiques lors de la recherche de l'amélioration de la performance dans le contexte de l'Industrie du Futur, la majorité d'entre eux vont non seulement dans le sens de cette prise de conscience mais vont jusqu'à en lister quelques risques éthiques. Plusieurs risques ont été évoqués à chaque fois, dont une synthèse est présentée ci-après.

Le plus grand risque éthique concerne l'évolution du rôle de l'humain, son bien-être voire son remplacement (23 sur 32). L'automatisation/digitalisation est vue comme synonyme de déshumanisation du travail, dans la mesure où les capacités et limites de l'humain ne sont plus prises en compte, l'IA et la machine étant les référentes. La question du mode de coopération Homme-Machine et de l'équilibrage de charge se pose alors. Certains craignent l'augmentation du taux de rotation des effectifs, la perte de sens au travail, l'évolution de celui-ci, ou encore la non prise en compte de l'intérêt de l'humain et sa mise sous pression dans la recherche de bénéfices, qui peut aller jusqu'à la perte de son emploi.

Selon les chercheurs interrogés, la portée de ces risques éthiques est à la fois le système industriel, l'entreprise et la société de façon plus générale. Concernant le système industriel, les méthodes d'évaluation du personnel peuvent entraîner une discussion sur les performances individuelles, ce qui peut générer des risques juridiques et peut créer un climat caractérisé par une perte du sens du collectif, du manque de respect et de la méfiance entre les travailleurs. Cette cascade aura pour effet, in fine, une baisse de la productivité individuelle

et donc de la performance. Par ailleurs, les risques éthiques qui concernent l'entreprise sont essentiellement rattachés à son image de marque et à son attractivité, notamment par rapport à des nouvelles générations qui sont plus sensibilisées à ces questions. Enfin, au niveau sociétal, ces risques éthiques peuvent engendrer une forme d'exploitation des travailleurs les plus démunis, une aggravation de la pauvreté, une limitation de l'accès à l'éducation, et, in fine, une cassure dans la société et des problèmes sociaux. Les termes "despotisme" et "totalitarisme" ont été employés, ainsi que la tendance à l'émergence de l'effet "billionnaires".

Toujours en lien avec l'humain, le respect de sa vie privée et l'usage de ses données personnelles est revenu à quelques reprises (5 sur 32). Partager ses données avec une IA interroge. En particulier, les cyber-attaques représentent un risque extrême à la fois sur le plan individuel et pour l'entreprise.

Un autre risque mentionné concerne l'environnement et la surconsommation d'énergie (voir <https://www.lemondeinformatique.fr/actualites/lire-ia-et-cryptomonnaies-le-grand-derapage-energetique-des-datacenters-92774.html>), de matière et d'eau, provoquée par l'Industrie du Futur (4 sur 32). La limitation des ressources, prévue à moyen terme, devrait inciter à réduire/stopper certaines productions et la décroissance devrait être quasiment imposée.

Il est également apparu des risques pour la performance en tant que telle (3 sur 32). Une optimisation purement mono-objectif conduirait à dégrader, négliger certaines dimensions au profit d'une performance exclusivement économique. Mais aussi, sur ce même plan économique, le "fair trade" ainsi que le respect des partenariats Client/Fournisseur/Sous-traitant seraient une menace pour la performance. De même, le risque d'une prise de conscience de la situation non éthique dans beaucoup de cas pourrait entraîner une forte dissonance chez les parties prenantes, élargissant la portée des risques éthiques dans toute la chaîne logistique.

Connaître et quantifier l'impact de l'éthique sur la performance est difficile. Ce sera la définition de la performance qui devra être repensée pour intégrer l'éthique.

#### Discussion :

La première conclusion que nous pouvons tirer des réponses à cette deuxième question et conformément au deuxième point sur lequel les auteurs voulaient débattre, est que la **conscience des risques éthiques** en lien avec l'optimisation de la performance est présente. **Plusieurs niveaux d'impact** sont envisagés, à savoir le système industriel, l'entreprise et la société. Le verrou majeur est lié à la **menace pour l'humain**.

Il faut cependant relativiser ces craintes et se placer dans un contexte plus global. On remarque en effet que les risques identifiés par les participants sont essentiellement des risques à court terme (disparition des emplois, consommation énergétique, etc.). Cette analyse doit s'accompagner par une réflexion à plus long terme. Typiquement, les métiers ont toujours eu un cycle de vie aligné avec ceux des produits et des technologies : apparition, développement, maturité, déclin, disparition. Il suffit de voir les évolutions des métiers au fil des révolutions industrielles. Par exemple, le maréchal ferrant est devenu mécanicien, qui est devenu électronicien, qui est devenu informaticien. Nous vivons actuellement révolution une

de plus. Une évolution toutefois est notable dans ce cycle d'apparition/disparition des métiers est l'accélération des développements technologiques (push) et des besoins de la société et des personnes (pull). Les métiers apparaissent et disparaissent de plus en plus vite, de manière de plus en plus incontrôlée et c'est à ce niveau que les risques éthiques apparaissent. Il suffit pour s'en rendre compte de voir la dynamique des formations professionnalisantes post-bac par rapport à l'évolution par exemple de l'IA générative (il faut 5 ans pour former un ingénieur sur un programme de formation défini 5 ans avant) et l'apparition journalière de nouveaux métiers dans les demandes de recrutement, un exemple flagrant étant celui de « prompt engineer », qui selon non est voué à disparaître assez vite.

Il en va de même avec le choc des cultures et des générations. Toute nouvelle génération a tendance à rendre obsolète la génération de leurs parents et grands-parents. Cela a toujours été vrai. Mais de manière similaire à la dynamique des cycles de vie des métiers, la dynamique sans cesse de plus en plus rapide de l'évolution des technologies va accentuer cette obsolescence et va même la créer en intra-générationnel (un informaticien de 30 ans qui se considère déjà dépassé par un « jeune » informaticien de 25 ans). Du reste, pourquoi opposer les générations ? Une complémentarité serait plus intéressante, chacun apportant sa vision, et tant que l'une respecte l'autre, les équipes seront plus performantes.

De ce fait, il nous semble que les risques ne soient pas forcément sur la disparition des métiers, qui sont accompagnés de création de nouveaux métiers, avec certes une tendance à l'accélération de l'automatisation. Il est en effet nécessaire de distinguer un risque éthique d'une résistance au changement qu'il est indispensable toutefois d'accompagner. Les risques éthiques sont davantage liés à la difficulté de la société (entreprise, organismes de formation, réglementations...), de par sa dynamique plus lente, à absorber et intégrer ces cycles d'apparition/disparition qui s'accélèrent. D'où le sentiment de décrochage et de populations, de générations plus ou moins qualifiées que l'on a peur de voir laissées « sur le carreau ».

### Question 3 : Comment mesurer l'éthique durant l'exploitation des systèmes industriels du Futur ?

31 réponses ont pu être collectées. Si la grande majorité des réponses va vers une mesure possible de l'éthique (26 sur 31), certains chercheurs pensent que cette mesure est difficile, voire impossible (5 sur 31). Plusieurs raisons sont évoquées en ce sens : la complexité de la notion, son large périmètre, sa dimension politique et la difficulté d'en avoir une définition universelle. L'éthique étant vue comme l'étude de la morale et la morale étant relativement propre à chacun, il manquerait un référentiel commun pour établir un système de mesure. L'éthique aura également été intuitivement définie comme étant « faire les bonnes choses de la bonne manière », en écho avec la définition de P. Ricoeur [Ricoeur 1990] : « faire les bonnes choses de la bonne manière ». L'enjeu de définir des indicateurs rattachés à la mesure de l'éthique tout en respectant la préservation des informations personnelles a été également soulevé. On pourrait alors imaginer tout au plus que les objectifs puissent être déclarés en cohérence avec un positionnement éthique, ou que l'éthique puisse être appréhendée de manière locale et partielle.



Le mode de mesure de l'éthique demeure une vraie question pour les chercheurs interrogés. Les valeurs éthiques de l'entreprise ainsi que son alignement stratégique, notamment sa loyauté vis-à-vis de la concurrence, ont été énoncés comme prérequis à la définition d'indicateurs associés à l'éthique.

Plusieurs approches pour mesurer l'éthique sont supposées possibles. Pour un chercheur, l'éthique étant binaire, sa mesure se fait nécessairement sur l'ensemble  $\{0,1\}$ , dans le sens où l'entreprise est éthique ou n'est pas éthique, et qu'une valeur de « 25% » par exemple n'aurait pas de sens. En revanche, la vision progressive a été également suggérée, sur la base du développement d'un modèle de maturité éthique, en écho avec des réflexions menées par les auteurs, sur l'idée de considérer l'éthique comme un critère de performance, par rapport auquel des démarches d'amélioration peuvent être envisagées (voir [Berrah 2021b] à ce sujet).

La mesure de l'éthique est vue comme le résultat de la comparaison des pratiques aux « valeurs morales ». Plusieurs indicateurs, à considérer plus ou moins conjointement, sont mis en avant (22 sur 31), tels que : le taux de rotation du personnel, la difficulté d'embauche, l'absentéisme, le taux de rétention des clients, le bien-être/bonheur au travail, la satisfaction au travail, la motivation du personnel au regard de l'atteinte des objectifs, l'impact de l'activité sur l'humain, la charge physique et mentale des opérateurs (à noter que des pratiques d'ergonomie travaillent sur ces aspects), l'inclusion, l'égalité salariale, l'impact environnemental. Certains vont même jusqu'à évoquer la notion de sécurité. Les modes de mesures ont été néanmoins très peu explicités, cette mesure étant vue comme étant subjective, plus ou moins directe. Les techniques d'audits ont été également suggérées ainsi que des approches qualitatives (questionnaires et grilles d'analyse, enquêtes QVT, mesures de ressenti et feedbacks, tables rondes...). La question de l'horizon temporel est posée, dans la mesure où les approches de mesure peuvent en dépendre.

Optant pour des approches plus globales ou émettant des pistes de réflexion (5 sur 31), certains chercheurs proposent des analogies, comme avec le BNB (Bonheur National Brut, Bhoutan) ou le Sentence Embedding, ou de recourir à l'IA et aux techniques d'apprentissage. Plus en lien avec les actions à mettre en œuvre, la piste de la cartographie des risques éthiques a été suggérée, en écho avec des travaux antérieurs dans auteurs [Trentesaux 2021]. Il a été également recommandé d'intégrer dans l'évaluation de l'éthique l'ensemble des parties prenantes.

## Discussion

La première conclusion que nous pouvons tirer des réponses à cette troisième question et conformément au troisième point sur lequel les auteurs voulaient débattre, est que la **mesure** de l'éthique est considérée comme **possible** mais **difficile**, **partielle**. La **vision de l'éthique** reste essentiellement **déontologique**, **incluant les dimensions sociale et environnementale**. La **mesure de l'éthique est vue comme déconnectée de l'amélioration de la performance**. Des idées intéressantes sont apparues, en lien avec l'adoption d'une **approche globale** de l'éthique, le développement d'un **modèle de maturité**

des systèmes industriels en matière d'éthique et l'identification préliminaire des risques éthiques.

L'éthique est un concept philosophique étudié depuis plus de 2000 ans (Aristote), présentant différentes facettes (moralité, équité, bonheur...), sujets (éthiques du citoyen, d'un professionnel, d'une institution) et courants de pensée (déontologie, vertu, utilitarisme...). Le concept d'éthique opérationnelle est quant à lui beaucoup plus récent et lui-même sujet à discussion (pour certains philosophes, il n'est pas possible de rendre opérationnel le concept d'éthique) et ouvrant la voie au concept de méta-éthique portant sur une analyse globale de l'essence même du concept d'éthique et de ses fondamentaux.

Définir une mesure d'un degré d'éthique semble peut-être dès lors inatteignable, impossible voire même un non-sens. Cependant, au travers du questionnaire et des discussions que les partenaires du projet ETHICS40 tiennent avec différents industriels, partenaires et collègues, on se rend compte du besoin de quantifier ou de rendre opérationnel ce concept, quitte à réduire son essence ou sa portée, en acceptant qu'il n'est pas possible d'avoir la mesure idéale, optimale et universel d'un degré d'éthique. Se pose dès lors la question : vaut-il le coup de s'attacher à cette tâche a priori impossible quitte à réduire fortement l'essence même du concept initial ? Il nous semble que oui, une tendance vaut mieux qu'une absence de mesure. Et pour nous accompagner dans cet exercice, il est possible d'adopter une démarche pragmatique par amélioration successive visant un équilibre entre complexité et richesse du concept éthique et capacité à manipuler des indicateurs quantifiés de manière simple et lisible par les utilisateurs. L'enrichissement des indicateurs au fil du temps (et leur remise en question), adossée à une gestion de la maturité de ce transfert « philosophie vers application » offrirait aux entreprises un outil de management de leurs risques éthiques qui se perfectionne au fil du temps. Un cercle vertueux serait alors dans la combinaison de tels indicateurs avec les indicateurs de pilotage de l'entreprise [Guerin 2023].

Il apparaît toutefois important de noter qu'un biais s'impose dans le sens où en génie industriel, quantification et mesures des indicateurs de performance sont souvent associés à une vision opérationnelle, courttermiste de la performance (coût, délai, qualité) et c'est à ce niveau que se pose plus facilement la question de la « mesure éthique ». A un niveau plus élevé ou à un horizon plus lointain, les industriels ressentent moins ce besoin de quantification et basculent plutôt dans une logique de management, de pilotage par processus et de démarches. Cette vision par processus se rapproche de la vision d'un service de type "compliance" qui va chercher à assurer que les meilleures pratiques éthiques soient mises en œuvre par tous les collaborateurs, à tous les niveaux des entreprises. Ceci semble militer pour différentes éthiques, alignées sur les niveaux habituels des entreprises : éthique opérationnelle, tactique et stratégique. Cette approche pourrait constituer un axe de recherche intéressant à creuser.

## Conclusion

Comme annoncé, cet article n'a pas été évalué par les pairs. Il ne présente aucune ambition scientifique. Son rôle est d'alimenter un débat qu'il est urgent de mener sur un sujet éminemment complexe. Il doit être ainsi considéré comme un "*position paper*" élaboré suite aux discussions tenues lors de ce débat, rien de plus.

Comme pour le premier débat, les discussions tenues ont été riches et source d'enseignements. Elles ont confirmé l'importance du sujet et la difficulté pour nous, chercheurs, à intégrer la dimension éthique dans le pilotage et l'amélioration continue de la performance durant l'exploitation des systèmes industriels du Futur.

Plus précisément, ce débat a confirmé les hypothèses de recherche et les verrous scientifiques posés dans le projet ETHICS40. En particulier, les besoins respectifs de positionner les concepts d'éthique et de performance, de prendre en compte des risques éthiques dans l'amélioration de la performance et la mesure de l'éthique, dans une logique de maturité dans le domaine sont confirmés. Le débat a également été source de nouvelles pistes de réflexion, ce qui va aider les partenaires du projet dans les travaux sur le sujet.

Tout comme pour le premier document, les auteurs espèrent que ce document suscitera d'autres discussions, d'autres débats sur ce sujet sensible mais Ô combien essentiel. La vitesse avec laquelle les outils de l'IA apparaissent est phénoménale. ChatGPT n'est que la partie émergée d'un gigantesque iceberg [Berrah 2024b].

Tout au long du projet ETHICS40, il est prévu des points d'étape où les différents avancements seront proposés pour expertise auprès des différentes communautés, scientifiques et industrielles.

La section "Bibliographie" contient quelques références pour en savoir plus sur le sujet où découvrir les travaux des acteurs du projet ETHICS40.

Il est possible de suivre l'évolution du projet sur son site web (<https://ethics40.fr/>) et son réseau linkedin (<https://www.linkedin.com/company/102617739/admin/page-posts/published/>).

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier très chaleureusement les participants à cette table ronde et le CT IMS<sup>2</sup> de la SAGIP pour son accueil dans l'organisation de cet événement.

Les travaux menés se placent dans le contexte du projet financé par l'ANR ETHICS40 « Management des risques éthiques dans l'Industrie du Futur », référence ANR-236CE1060014. Les auteurs remercient l'ANR pour son soutien.

## BIBLIOGRAPHIE

[Berrah 2021a] Berrah L., Clivillé V., Trentesaux D., Chapel C. (2021). Performance industrielle : une évolution intégrant l'éthique dans le contexte de l'Industrie 4.0. Congrès CIGI QUALITA, Grenoble, pp. 466-473.

[Berrah 2021b] Berrah, L., Trentesaux, D. (2021). Decision-Making in Future Industrial Systems: Is Ethics a New Performance Indicator?. In: Borangiu, T., Trentesaux, D., Leitão, P., Cardin, O., Lamouri, S. (eds) Service Oriented, Holonic and Multi-Agent Manufacturing Systems for Industry of the Future. SOHOMA 2020. Studies in Computational Intelligence, vol 952. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-69373-2\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-030-69373-2_16)

[Berrah 2023] Berrah L., Trentesaux D., Jimenez Gordillo J.-F. (2024). Ethics in Performance Management of Future Industrial Systems: Weak and Strong Views. In: Borangiu, T., Trentesaux, D., Leitão, P., Berrah, L., Jimenez, JF. (eds) Service Oriented, Holonic and Multi-Agent Manufacturing Systems for Industry of the Future. SOHOMA 2023. Studies in Computational Intelligence, vol 1136. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-53445-4\\_38](https://doi.org/10.1007/978-3-031-53445-4_38)

[Berrah 2024a] Berrah L., Trentesaux D., Guerre-Chaley F. (2024). Enjeux éthiques dans l'industrie 4.0. hal-04514320

[Berrah 2024b] Berrah L., Trentesaux D., Guerre-Chaley F. (2024) Ethical issues in the use of Generative Artificial Intelligence in performance management: Industrial case studies. In: Borangiu, T., Trentesaux, D., Leitão, P., Cardin, O., Lamouri, S. (eds) Service Oriented, Holonic and Multi-Agent Manufacturing Systems for Industry of the Future. SOHOMA 2024 ([hal-04745414](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-04745414)).

[Guerin 2023] Guerin C. (2023). Pour aller dans le bon sens, éditions Le Cherche-Midi, ISBN 2749177855, EAN 9782749177854.

[Jimenez 2022] Jimenez Gordillo J.-F., Berrah L., Trentesaux D., Chapel C. (2022). Towards the ethical awareness integration on industrial performance management systems, IFAC-PapersOnLine

[Ricoeur 1990] Ricoeur P. (1990). Soi-même comme un autre, Sciences humaines. Seuil.

[Trentesaux 2021] Trentesaux D. (2021). Ensuring ethics of cyber-physical and human systems: a guideline. In: Borangiu, T., Trentesaux, D., Leitão, P., Cardin, O., Lamouri, S. (eds) Service Oriented, Holonic and Multi-Agent Manufacturing Systems for Industry of the Future, 987, Studies in computational intelligence, Springer.